

**Jan Macuda\*, Jerzy Gasiński\*\*, Jacek Lesiecki\*\*\***

## **WYKORZYSTANIE RUR Z ŻYWIC POLIESTROWYCH W KONSTRUKCJACH STUDNI ODWADNIAJĄCYCH BOT KWB BEŁCHATÓW S.A.**

### **1. WSTĘP**

Złoże węgla brunatnego Bełchatów zalega w rowie tektonicznym Kleszczowa i jest podzielone wysadem solnym Dębina na Pole Bełchatów i Pole Szczerców. Skomplikowane warunki geologiczne zalegania węgla brunatnego wymuszają konieczność wyprzedzającego prowadzenia prac odwadniających przed jego udostępnieniem. Wiąże się to z silną wodonością skał sypkich oraz utworów krasowych jury. W warunkach KWB Bełchatów najkorzystniejszym sposobem odwadniania górotworu jest wykorzystanie do tego celu wielkośrednicowych studni odwadniających. Studnie te są realizowane głównie przy wykorzystaniu urządzeń wiertniczych z odwrotnym obiegiem płuczki wymuszonym podnośnikiem powietrznym.

Ze względu na skomplikowaną budowę geologiczną występują tu znaczne różnice zarówno w głębokości zalegania poszczególnych utworów, ich miąższości, jak i rozprzestrzenieniu, dlatego zachodzi konieczność wiercenia studni odwodnieniowych o różnych konstrukcjach [2, 3].

Dotychczas do orurowania otworów odwadniających wykorzystywano stalowe kolumny rur wielko- i normalnośrednicowych. Jednak ze względu na występowanie wód o podwyższonej korozyjności w stosunku do stali, zwłaszcza w rejonie wysadu solnego Dębina, należy poszukiwać alternatywnych rozwiązań, które pozwoliłyby na wydłużenie żywotności studni. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie do orurowania studni rur z żywic poliestrowych. Dotyczy to głównie studni budowanych w ramach tzw. bariery ochronnej wysadu solnego Dębina. Mają one głębokość ok. 400 m.

---

\* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

\*\* BOT KWB Bełchatów S.A.

\*\*\* HOBAS Polska Sp. z o.o.

Innym bardzo istotnym aspektem zastosowania rur z żywic poliestrowych w warunkach Spółki Bełchatów – Opole – Turosszów (BOT) na terenie Kopalni Węgla Brunatnego (KWB) Bełchatów S.A. są względy górnicze. W trakcie zbierania nadkładu i eksploatacji węgla brunatnego, studnie zlokalizowane w obrębie złoża podlegają całkowitej lub częściowej likwidacji. Prace inżynierskie niezbędne do wykonania w takich przypadkach znacznie dezorganizują proces eksploatacji i wpływają na obniżenie efektywności pracy koparek. Aby zmniejszyć pracochłonność prac związanych z ucinaniem kolumn rur okładzinowych studni odwadniających, a także utrzymać płynność pracy koparek, w kilku studniach nadkładowych zastosowano eksperymentalnie rury poliestrowe.

## 2. CHARAKTERYSTYKA CHEMIZMU WÓD PODZIEMNYCH

Z oceny wyników analiz chemicznych wód poszczególnych poziomów wodonośnych wynika, że różnią się one między sobą składem chemicznym [2, 3, 4]. Najmniejsze różnice składu chemicznego zauważa się pomiędzy wodami poziomu czwartorzędowego i trzeciorzędowego. Wody czwartorzędowe i trzeciorzędowe generalnie można scharakteryzować jako dwujonowe  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ , słabo zmineralizowane, miękkie i średniotwarde, zasadowe. Wody kompleksu kredowo-jurajskiego generalnie scharakteryzowano również jako dwujonowe  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ , a tylko w kilku punktach jako czterojonowe  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na-Ca}$ , średniotwarde, słodkie, zasadowe. Parametry jakościowe wód omawianych kompleksów przedstawiono w tabeli 1.

**Tabela 1**

Charakterystyka fizykochemiczna wód w rejonie złoża węgla brunatnego Bełchatów

Parametr	Wody czwartorzędowe	Wody trzeciorzędowe	Wody mezozoiczne
pH	7÷8	7÷8	7–8
Sucha pozostałość [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	200÷300	200÷300	200÷759
$\text{Ca}^{2+}$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	30÷80	40÷80	60÷75
$\text{Mg}^{2+}$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	6÷9	6÷15	do 10
$\text{Fe}^{2+}$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	do 60	do 54	do 2
$\text{Mn}^{2+}$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	6÷9	do 1	0,6
$\text{Na}^+$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	4÷20	do 10	2÷208
$\text{K}^+$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	0,5÷6	0,2÷6	do 6
$\text{Cl}^-$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	do 20	do 150	do 310
$\text{SO}_4^{2-}$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	1÷135	4÷65	10÷20
$\text{HCO}_3^-$ [ $\text{mg}/\text{dm}^3$ ]	80÷300	80÷300	130÷320

W rejonie wysadu solnego Dębina zauważa się w niektórych studniach podwyższone zawartości chlorków. Aktualnie nie jest jednoznacznie określone ich pochodzenie. Wzrost jonów Cl może być powodowany zarówno dopływem wód ascensyjnych, jak i migracją chlorków z rejonu wysadu solnego.

### **3. WYMAGANIA MATERIAŁOWE DOTYCZĄCE KOLUMN RUR FILTROWYCH**

Chemizm wód podziemnych występujących w niektórych rejonach złoża węgla brunatnego Bełchatów stawia szczególne wymagania zwłaszcza w zakresie doboru rodzajów materiałów z których wykonane są kolumny rur okładzinowych i filtrowych. Problem ten w szczególności dotyczy rejonu wysadu solnego Dębina. Występują tu wody o podwyższonej, jak na warunki kopalni Bełchatów, zawartości zwłaszcza jonów chlorkowych i siarczanowych [4, 5]. Ich koncentracje w poszczególnych studniach są zróżnicowane i niekiedy znacznie przekraczają 1000 mg/dm<sup>3</sup>.

Z prognoz oceny zmian jakości wód pompowanych z rejonu wysadu solnego wynika, że w najbliższych latach można się spodziewać dalszego wzrostu koncentracji tych jonów [4]. Może to mieć istotny wpływ na skrócenie żywotności studni zlokalizowanych w omawianym rejonie, wynikającej z przyspieszonej korozji stalowych kolumn rur okładzinowych i filtrowych. Przyspieszony proces korozji może prowadzić zarówno do zniszczenia kolumn rur okładzinowych i filtrowych w wyniku obniżenia ich wytrzymałości, jak i do przyspieszonej kolmatacji filtrów i znacznego zmniejszenia wydajności studni. Obydwa procesy będą prowadzić do skrócenia żywotności studni i przedwczesnego ich wyłączenia z eksploatacji.

### **4. LIKWIDACJA STUDNI NA POZIOMACH EKSPLOATACYJNYCH**

W obrębie złoża węgla brunatnego likwidację studni odwadniających prowadzi się stopniowo na poszczególnych piętrach eksploatacyjnych wraz z powierzchniowym i głębokościowym postępowaniem robót górniczych.

Z uwagi na zabudowywane dotychczas w studniach stalowe kolumny rur okładzinowych i filtrowych ich likwidację prowadzi się dwoma metodami:

- 1) minerską,
- 2) spawalniczą.

Metoda minerska (wybuchowa) polega na odcinaniu kolejnych fragmentów kolumn rur okładzinowych przy pomocy kumulacyjnych ładunków wybuchowych. Prace te prowadzi się wyprzedzająco przed frontem koparki, wyciągając siłownikami hydraulicznymi odstrzelone odcinki rur i filtrów o długości około 30 m. Metoda spawalnicza polega natomiast na odcinaniu, odsłanianych przez koło czerpakowe koparki urabiającej, rur okładzinowych i filtrowych przy wykorzystaniu gazów technicznych.

Zarówno pierwsza, jak i druga metoda wymaga zaangażowania specjalistycznych grup wyposażonych w odpowiedni sprzęt techniczny. Ponadto prace te wymagają również spełnienia ostrych kryteriów w zakresie bezpiecznego ich wykonywania oraz bezpiecznego prowadzenia prac koparki i eksploatacji jej ciągu transportowego. W trakcie ich realizacji

istnieje możliwość przedostania się ostrych fragmentów obudowy studni do układu transportującego urobek, co może prowadzić do uszkodzenia taśm przenośników. Ucinanie stalowych kolumn rur okładzinowych i filtrowych według dotychczasowej technologii powoduje obniżenie wydajności pracy koparki o ok. 60% przez okres 2–4 godzin.

Opracowanie efektywniejszej technologii prowadzenia tego rodzaju prac staje się konieczne ze względu na znaczną liczbę takich zabiegów wykonywanych w ciągu roku. Aktualnie na odkrywce Bełchatów w ciągu jednego roku wykonuje się do 800 zabiegów ucinania kolumn rur okładzinowych i filtrowych. Docelowo podobną liczbę takich zabiegów będzie można prowadzić na uruchomionej odkrywce Szczerców. Z tego powodu wykorzystanie „urabialnych” rur z żywicy poliestrowych do budowy studni staje się koniecznością.

Aby rozwiązać ten problem, od 4 lat instaluje się w wytypowanych studniach odwadniających rury poliestrowe w celach badawczych. Z przeprowadzonych dotychczas badań przemysłowych wynika, że rury te spełniają warunki bezpiecznego ich użytkowania w warunkach BOT KWB Bełchatów S.A. i powinny być stosowane na szerszą skalę. W tabeli 2 zestawiono studnie, w których dotychczas zabudowano rury poliestrowe [1].

**Tabela 2**

Zestawienie studni z zabudowanymi filtrami ze szkieletem z rur poliestrowych

Nazwa studni	Lokalizacja studni	Głębokość studni [m]	Średnica filtra [mm]	Rodzaj filtra
98C	O/Bełchatów	170	427	siatkowy
52SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	360	427	żwirowy/ siatkowy
55SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	400	427	żwirowy/ siatkowy
62SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	335	427	siatkowy
64SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	404	427	siatkowy
37SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	400	427	żwirowy
52SD-1	O/Bełchatów wysad solny Dębina	400	427	żwirowy
57SD	O/Bełchatów wysad solny Dębina	430	427	żwirowy
G47	O/Szczerców	125	427	żwirowy
G49	O/Szczerców	107	427	żwirowy
G49-1	O/Szczerców	102	427	żwirowy
G48	O/Szczerców	158	427	żwirowy
G45	O/Szczerców	133	427	żwirowy

## **5. WŁAŚCIWOŚCI TECHNICZNE RUR Z ŻYWIC POLIESTROWYCH**

Wysokie parametry wytrzymałościowe rur z żywic poliestrowych oraz duża elastyczność i odporność na czynniki korozyjne umożliwiają ich zastosowanie w wiertnictwie hydrogeologicznym. Dopuszczenie materiału rur z żywic poliestrowych do kontaktu z wodą oraz wysoka wytrzymałość na ściskanie (ponad 9,0 MPa) szczególnie predysponują je do wykorzystania przy wierceniu studni wielkośrednicowych.

Rury z żywic poliestrowych nie ulegają procesom korozji w warunkach szkodliwych dla materiałów tradycyjnych, a tym samym nie wymagają ochrony katodowej czy też innego rodzaju zabezpieczenia. Charakteryzują się również niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. Mniejsza masa rur w porównaniu do stalowych kolumn rur okładzinowych przekłada się na mniejszą pracochłonność prac transportowych i instalacyjnych w otworze wiertniczym [1, 2, 4, 5].

Gładka powierzchnia wewnętrzna rur poliestrowych czyni je mniej podatnymi na procesy kolmatacji chemicznej oraz pozwala na zmniejszenie do minimum oporów hydraulicznych dla przepływającej wody. Wysoka odporność na działanie substancji zarówno o niskim jak i wysokim pH pozwala również na przeprowadzenie w studniach zabiegów uaktywniających przy wykorzystaniu cieczy kwasujących, sporządzonych zarówno na bazie kwasów organicznych, jak i nieorganicznych. Rury z żywic poliestrowych wykorzystywane są od ponad 11 lat do orurowania studni odwadniających w odkrywkowych kopalniach węgla brunatnego na terenie Niemiec i Australii.

## **6. OCENA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA RUR POLIESTROWYCH DO WIERCENIA STUDNI ODWADNIAJĄCYCH W WARUNKACH KWB BEŁCHATÓW S.A.**

W KWB Bełchatów S.A. żywotność studni odwadniających, w zależności od ich przeznaczenia i lokalizacji zawiera się w przedziale od 3 do około 20 lat. W przypadku zabudowania w nich stalowych kolumn rur okładzinowych, zwłaszcza wykonanych ze stali niskostopowych, istotnym problem staje się ich ochrona przed korozją. Dotyczy to szczególnie studni wierconych w tych rejonach złoża, w których eksploatuje się wody o podwyższonych zawartościach jonów chlorkowych. Podejmowane próby spowolnienia procesów korozyjnych poprzez zastosowanie ochrony katodowej okazały się niezbyt efektywne, m.in. ze względu na podwyższoną korozyjność wody w stosunku do stali oraz występowanie prądów błędzących generowanych z sieci energetycznej gęsto rozmieszczonej w obrębie kopalni.

Rury wykonane z żywic poliestrowych, ze względu na wysoką odporność na korozję, znakomicie nadają się do zastosowania w warunkach KWB Bełchatów S.A. Istotną zaletą omawianych rur jest również możliwość ich szybkiego łączenia za pomocą szybkołącznych łączników, co pozwala na znaczne skrócenie czasu instalowania kolumn rur okładzinowych i filtrowych w otworze (rys. 1). Skrócenie czasu przebiegu tych operacji technologicznych umożliwia ograniczenie ilości komplikacji wiertniczych, związanych z utratą stabilności ściany studni wierconych.



**Rys. 1.** Zapuszczanie rur poliestrowych Hobas do studni odwadniającej

Dzięki technologicznym możliwościom regulacji parametrów wytrzymałościowych rur poliestrowych w trakcie procesu ich produkcji, można tak dostosować ich charakterystyki, aby spełniały wymagania niezbędne do zabudowy w studniach KWB Bełchatów S.A. Dotyczy to zwłaszcza ich wytrzymałości na ciśnienia zgniatające.



**Rys. 2.** Widok ucinanej kolumny rur z żywicy poliestrowych przez koło urabiające koparki

Dodatkową zaletą omawianych rur jest łatwość ich urabiania przez koła czerpakowe koparek pracujących w odkrywce (rys. 2). Urabialność tych rur jest podobna do urabialności skał ilastych.



**Rys. 3.** Widok uciętej kolumny rur okładzinowych

Napotkanie, w trakcie urabiania warstw nadkładu i złoża węgla brunatnego, kolumny rur okładzinowych nie powoduje uszkodzenia sprzętu górniczego, a zapięty w studni paker uszczelniający umożliwia dalszą jej eksploatację – po usunięciu z przestrzeni nadpakerowej niewielkich ilości urabianej skały (rys. 3).

## 7. PODSUMOWANIE

Rosnące wymagania technologiczne przy wykonywaniu wielkośrednicowych studni odwadniających, zwłaszcza w utrudnionych warunkach geologicznych i hydrochemicznych, powodują ciągle poszukiwanie materiałów o coraz lepszych parametrach wytrzymałościowych i większej odporności na korozyjne działanie wody. Te kryteria spełniają rury okładzinowe wykonane z żywicy poliestrowych. Charakteryzują się one zarówno wysoką wytrzymałością na ciśnienia zgniatające, jak i dużą odpornością na korozyjne oddziaływanie eksploatowanej wody oraz agresywnych substancji stosowanych do uaktywniania i renowacji studni.

Ze względu na stosunkowo niską masę, w porównaniu z rurami stalowymi, ułatwiona jest również ich instalacja w studni, a zastosowanie szybkozłącznych łączników pozwala na znaczne skrócenie operacji rurowania i filtrowania studni. Ma to istotny wpływ na zmniejszenie liczby komplikacji i awarii wiertniczych spowodowanych destabilizacją ściany studni.

Podstawowe korzyści zastosowania rur z żywicy poliestrowych wynikają z możliwości ich ścinania kołem czerpakowym koparki. Zwiększa to w istotnym stopniu efektywność pracy koparek i eliminuje koszty związane ze ścinaniem kolumn rur okładzinowych według dotychczas stosowanych technologii.

Stosowane doświadczalnie w warunkach KWB Bełchatów S.A. rury poliestrowe firmy Hobas doskonale sprawdziły się w utrudnionych warunkach geologicznych i hydrochemicznych. Rury te nadają się również do produkcji filtrów zwirowych. Łatwość perforacji rur pozwala na obniżenie pracochłonności ich wykonywania oraz ułatwia dostosowanie współczynnika przepustowości filtrów do warunków hydrogeologicznych.

Doświadczenia przemysłowe zdobyte przy stosowaniu rur poliestrowych w kopalniach odkrywkowych Niemiec i Austrii pozwalają na łatwiejsze ich wdrożenie w KWB Bełchatów S.A.

## LITERATURA

- [1] Lesiecki M.: *Rury z żywic poliestrowych firmy HOBAS do zabudowy w studniach odwadniających na przykładzie KWB „Bełchatów” S.A. w Rogowcu*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 112, Oficyna Wydawnicza PWr 2005, Seria: Konferencje, 44, 463–472
- [2] Macuda J.: *Wpływ wybranych czynników techniczno-technologicznych na wskaźniki wiercenia otworów odwadniających na złożu Szczerców*. Kraków, AGH 1990 (praca doktorska)
- [3] Macuda J., Gasiński J.: *Ocena stanu technicznego studni i piezometrów wykonanych na złożu „Szczerców”*. X Międzynarodowa konferencja naukowo-techniczna „Nowe metody i technologie w geologii naftowej, wiertnictwie, eksploatacji otworowej i gazownictwie”, Kraków, 24–25 czerwca 1999, 1, 401–408
- [4] Macuda J., Gasiński J.: *Proekologiczna bariera odwadniająca wokół wysadu solnego „Dębina” w KWB „Bełchatów”*. Rocznik AGH Wiertnictwo Nafta Gaz, 17, 2000, 135–141
- [5] Macuda J., Gasiński J., Krokosz J.: *Technologia wiercenia głębokich studni odwadniających na przykładzie wierceń realizowanych w obrębie wysadu solnego „Dębina”*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej 112, Oficyna Wydawnicza PWr, 2005, Seria: Konferencje, 44, 501–512